

Long-term monitoring of personal health parameters for the prevention of cardiovascular diseases

Jochen Meyer

Zusammenfassung

Kardiovaskuläre Erkrankungen sind die weltweit häufigste Ursache für einen vorzeitigen Tod. Ein Mangel an körperlicher Aktivität, unregelmäßiger und zu wenig Schlaf, eine unausgeglichene Ernährung und andere Verhaltensweisen tragen u.a. zu Übergewicht, Bluthochdruck und Diabetes bei und erhöhen so erheblich das Risiko einer Herz-Kreislauf-Erkrankung.

Seit einigen Jahren gibt es vernetzte Gesundheitsgeräte wie z.B. Aktivitätstracker, vernetzte Waagen, Sportuhren und Schlafmonitore, die es auch dem technischen und medizinischen Laien ermöglichen, zahlreiche relevante Parameter der Herz-Kreislauf-Gesundheit im Alltag zu beobachten und zu messen. Durch die Verbindung zu Internetdiensten entstehen dabei völlig neue Möglichkeiten für digitale Systeme und Interventionen zur kardiovaskulären Prävention. Diese Geräte sind daher interessant für den Einsatz in Systemen zur Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Durch unregelmäßige Nutzung und kurze Nutzungsdauern, unbekannte Zuverlässigkeit und Relevanz der Messungen, und eine fehlende Integration der unterschiedlichen Datenquellen für die Bereitstellung aussagekräftiger Informationen bestehen jedoch erhebliche Probleme in der praktischen Anwendung.

In dieser Arbeit wird der Einsatz vernetzter Gesundheitsgeräte als Teil eines sozio-technischen Systems zur Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen untersucht. Hierzu wird ein umfassendes Konzept vorgeschlagen, das drei wesentliche Aspekte umfasst: Der Nutzer ist ein zentraler Faktor in solch einem System. Er hat eine Doppelrolle als sowohl letzlicher Konsument der Gesundheitsinformationen, als auch Produzent von Daten, der im Alltag und über eine längere Zeit mit mehreren Geräten gleichzeitig interagiert und Daten sammelt. Daher wird der Umgang des Nutzers mit den Geräten im Alltag untersucht und sein Einfluss auf die Daten und auf das Präventionssystem bewertet. Darauf aufbauend werden die Qualität und Eigenschaften der Daten aus vernetzten Gesundheitsgeräten bezogen auf die Anforderungen möglicher Anwendungen analysiert und ein Datenqualitätsmodell mit den drei Dimensionen Genauigkeit, Relevanz und Verfügbarkeit vorgeschlagen. Durch den Aufwand des Nutzers beim Umgang mit den Geräten entsteht ein Zielkonflikt zwischen diesen Dimensionen. Es werden Lösungsansätze vorgestellt, wie dieser Konflikt ausbalanciert und Datenqualitätsprobleme abgemildert werden können. Basierend auf den Anforderungen möglicher Anwendungen für Prävention wird schließlich ein konzeptuelles Framework zur Verarbeitung von Daten aus vernetzten Gesundheitsgeräten für die Nutzung in kardiovaskulärer Prävention vorgeschlagen. Hierzu werden physikalische Geräte zu logischen Geräten abstrahiert, die Daten zu primären Gesundheitsmerkmalen angereichert und zu sekundären Gesundheitsmerkmalen aggregiert, und schließlich zur Nutzung in präventiven Anwendungen bereitgestellt.

Die Arbeit trägt zur Entwicklung von Systemen zur lebenslangen Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen bei und ermöglicht unter anderem Anwendungen zur Verhaltensunterstützung, Vermittlung von Gesundheitskompetenz, und zur Unterstützung von Entscheidungen.

Long-term monitoring of personal health parameters for the prevention of cardiovascular diseases

Jochen Meyer

Abstract

Cardiovascular diseases are the number one reason of premature death worldwide. Behaviours such as lack of physical activity, irregular and insufficient sleep, or an unbalanced diet contribute to, amongst others, obesity, hypertension, and diabetes, which in turn massively increase the risk of incurring a cardiovascular disease.

Since some years networked consumer health devices such as activity trackers, scales, sports watches, or sleep monitors are available, enabling the technical and medical layperson to monitor numerous relevant parameters of cardiovascular health in daily life. Their connection to internet services facilitates new ways of health related digital applications and interventions, making them highly interesting candidate tools for a cardiovascular prevention system. However, their use is challenged by, amongst others, irregular use and early abandonment by users, unknown reliability and relevance of measurements, and a lack of integration of diverse data sources to provide reasonable and meaningful information for cardiovascular prevention.

This thesis investigates how smart health devices can be part of a social-technical system for the prevention of cardiovascular diseases. A comprehensive concept is suggested, addressing three key aspects: The human is a central factor in such a system, having a dual role as both, the ultimate consumer of the health information, and as a producer of data, interacting with the devices to collect health data in daily life. The user's interaction with multiple devices over extended periods of time is therefore investigated to understand the impact on measurements and on the functioning of the overall preventative system. In the light of the user's role the properties and quality of the data delivered by smart health devices in relation to the applications' requirements is researched. A data quality model is suggested, comprising three dimensions, accuracy, relevance, and availability. There is a trade-off between these three dimensions, induced by the user's effort for interacting with the devices. Approaches are suggested how this trade-off can be balanced, and how data quality issues can be mitigated. Requirements for the use of data in preventative applications are identified and a conceptual framework is suggested to process data from multiple diverse smart health devices for provision of information for cardiovascular prevention. The framework is based on decomposition of physical into logical devices, enrichment of data into primary health features, and aggregation over time into secondary health features for utilization of information in preventative applications.

This work contributes to the development of lifelong cardiovascular prevention systems, enabling interventions and applications for, amongst others, long-term change and persistence of health behaviours, improving self-knowledge and health literacy, and decision support and coaching.